

51

Int. Cl. 2:

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



B 25 J 3/02

B 21 J 13/10

B 22 D 17/22

DT 26 28 734 A 1

11

## Offenlegungsschrift 26 28 734

21

Aktenzeichen: P 26 28 734.3

22

Anmeldetag: 25. 6. 76

43

Offenlegungstag: 29. 12. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: Manipulatorarm

71

Anmelder: Shiroyama Kogyo K.K., Kanagawa (Japan)

74

Vertreter: Louis, D., Dr.; Pöhlau, C., Dipl.-Phys.; Lohrentz, F., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg u. 8130 Starnberg

72

Erfinder: Ohnaka, Makoto, Yokohama (Japan)

DT 26 28 734 A 1

© 12.77 709 852/531

7/80

ORIGINAL INSPECTED

~~-~~ -  
2628734

Patent- (Schutz)- Ansprüche

1. Armanordnung für einen Manipulator, gekennzeichnet durch eine Stützanordnung (1, 2) mit wenigstens zwei seitlichen Stützplatten (2a, 2b), wobei an einer der seitlichen Stützplatten (2a) ein Antrieb (3) befestigt ist, dessen Antriebswelle (3a) die Stützplatte (2a) durchdringt, durch einen an der anderen seitlichen Stützplatte (2b) koaxial zum ersten Antrieb (3) befestigten zweiten Antrieb (4), dessen Antriebswelle (4a) die Stützplatte (2b) durchsetzt, durch einen ersten, zwei Seitenplatten (5a, 5b) aufweisenden Arm (5) dessen eine Seitenwand (5a) mit einem Endabschnitt an der Antriebswelle (3a) des ersten Antriebes (3) befestigt ist und dessen andere Seitenwand (5b) an einem Endabschnitt durch die Antriebswelle (4a) des zweiten Antriebes (4) drehbeweglich durchsetzt wird, durch einen zweiten, an den anderen Enden der beiden Seitenplatten (5a, 5b) des ersten Armes (5) über einen Drehzapfen (10) angelenkten Arm (9), durch ein erstes Kettenrad (6), welches auf der Antriebswelle (4a) des zweiten Antriebs (4) befestigt ist, durch ein zweites Kettenrad (11), welches auf dem Schwenkzapfen (10) zur Verbindung des ersten Armes (5) und des zweiten Armes (9) befestigt ist, durch eine endlose Kette (12), welche die beiden Kettenräder (6, 11) umschlingt und durch eine an der Spitze des zweiten Armes (9) befestigte Greifvorrichtung (21) zur Aufnahme eines Werkstückes.
2. Armanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des ersten Armes (5) gleich ist der Länge des zweiten Armes (9).
3. Armanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufrechterhaltung der räumlichen Ausrichtung der Greifvorrichtung (21) ein Parallelogrammgestänge vorgesehen ist.

709852/0531

ORIGINAL INSPECTED

~~- 10 -~~

2628734

4. Armanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Parallelogrammgestänge aus zwei Verbindungsstangen (8, 15) und zwei Paaren von Verbindungsplatten (13, 19) besteht.
5. Armanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifvorrichtung als Saugteller (21) ausgebildet ist.
6. Armanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifvorrichtung als Magnetspannfutter ausgebildet ist.

709852/0531

16 822/3 60/ko  
2628734

3

Shiroyama Kogyo Kabushiki-Kaisha, 3708 Kawajiri, Shiroyama-cho,  
Tsukui-gun, Kanagawa-ken, Japan

Manipulatorarm

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ergreifen eines Werkstückes und zur Überführung des Werkstückes in eine vorbestimmte Stellung, und zwar speziell einen Manipulatorarm für die Arbeit an einer Schmiedepresse, einer Spritzgußmaschine oder bei entsprechenden industriellen Anwendungen.

Eine Armanordnung für einen derzeit gebräuchlichen Manipulator weist in der Regel zwei oder drei Arme auf, die drehbar aneinander angelenkt sind, so daß ein Greifwerkzeug wie ein Saugteller oder ein Magnetspannfutter an der Spitze des vorersten Armes das zu ergreifende Werkzeug frei erreichen kann und es in die gewünschte Stellung überführen kann. Obwohl die Drehbewegungen dieser Arme entweder gemeinsam durch einen einzigen Antrieb oder einzeln durch besondere Antriebe sehr erleichtert sind, besteht in der Regel keine gegenseitige Abhängigkeit zwischen den Drehbewegungen der Arme. Daher ist häufig eine Reihe von Versuchen und Fehlern bei dem Betrieb

709852/0531

des Manipulators erforderlich, bis die Greifeinrichtung das Werkstück richtig erfaßt hat oder eine gewünschte Stellung eingenommen hat, in der das Werkstück neu positioniert werden soll. Wenn darüberhinaus Hindernisse im Drehweg der Arme auftreten, so muß die Bewegung jedes einzelnen Armes stets neu eingestellt werden, wenn ein Hindernis zu umgehen ist.

In anderen Worten muß die Drehbewegung jedes Armes jedes Mal einzeln eingestellt werden, wenn die Greifeinrichtung unmittelbar oberhalb eines Werkstückes oder an einer gewünschten Stellung positioniert werden soll, oder wenn ein Hindernis zu umgehen ist. Der Grund hierfür liegt in erster Linie darin, daß es unmöglich ist, einen geometrischen Ort für die Bewegung der Greifeinrichtung vorauszusagen. Diese Schwierigkeiten rufen wiederum andere Probleme hervor.

So wird dadurch nicht nur der Wirkungsgrad oder die Leistungsfähigkeit des Manipulators vermindert, sondern können darüberhinaus auch Fehlsteuerungen der Maschine auftreten, wie etwa Kollisionen mit anderen Gegenständen.

Hauptaufgabe der Erfindung ist es daher, einen Manipulatorarm bzw. eine Armanordnung für einen Manipulator zu schaffen, der diese Nachteile nicht aufweist.

Nach der vorliegenden Erfindung weist eine Armanordnung für einen Manipulator einen ersten Arm auf, einen zweiten Arm, der dieselbe Länge wie der erste Arm besitzt und drehbar am Ende des ersten Armes befestigt ist, eine an der Spitze des zweiten Armes gelagerte Greifvorrichtung sowie zwei Antriebe. Die Antriebskraft des ersten Antriebs wirkt unmittelbar auf den ersten Arm, um diesen zu drehen, und wird mittels zweier Kettenräder und einer um die Kettenräder laufenden endlosen Kette auf den zweiten Arm übertragen, während der zweite Antrieb die Drehung des zweiten Armes über die Kettenräder und

die endlose Kette lediglich unterstützt. Eines der beiden Kettenräder ist an der Antriebswelle des zweiten Antriebes und das andere an einem Gelenk befestigt, welches den ersten Arm mit dem zweiten Arm verbindet. Daher dreht der erste Antrieb den ersten Arm und gleichzeitig auch den zweiten Arm. In diesem Falle sind selbstverständlich die Drehwinkel der beiden Arme stets umgekehrt proportional dem Zähneverhältnis der beiden Kettenräder.

Wenn beispielsweise die Zähnezahlen der beiden Kettenräder im Verhältnis von 2:1 stehen und der erste Arm durch den ersten Antrieb um einen Drehwinkel  $\theta$  gegenüber einer Geraden zwischen einem Grundpunkt auf dem ersten Arm und einem vorbestimmten Punkt gedreht wird, an dem das Werkstück übergeben werden soll, so ist der Drehwinkel des zweiten Armes gleich  $2\theta$  und der resultierende geometrische Ort der Spitze des zweiten Armes mit der Greifvorrichtung auf der erwähnten Geraden. Wenn das Zähneverhältnis 3:1 ist, so ist dementsprechend der Drehwinkel des zweiten Armes  $3\theta$  und ist der geometrische Ort der Spitze des zweiten Armes eine Halbparabel, die den Grundpunkt des ersten Armes mit dem vorbestimmten Punkt verbindet.

Wie diese Erläuterungen zeigen, ist es möglich, den geometrischen Ort der Greifvorrichtung an der Spitze des zweiten Armes vorauszusagen, wenn das Zähneverhältnis der beiden Kettenräder bekannt ist.

Andererseits bewirkt der zweite Antrieb die Drehung des zweiten Armes zur Aufnahme des Werkstückes und zur Rückführung des zweiten Armes in seine Anfangsstellung auf dem geometrischen Ort. Danach wird erneut der erste Antrieb betätigt, um beide Arme zu drehen, wobei die Greifvorrichtung entlang des geometrischen Ortes geführt wird.

- 6 -  
2628734

Somit kann auch bei einem Hindernis ein Anschlagen der Arme dadurch vermieden werden, daß das Zähneverhältnis der beiden Kettenräder entsprechend gewählt wird, daß also der geometrische Ort, auf dem die Greifvorrichtung bewegt wird, geändert wird; weiterhin ist es einfach, die Greifvorrichtung exakt über dem Werkstück anzurufen und es zu einer vorbestimmten Stellung zu fördern, da die Drehbewegungen der Arme nicht jedes Mal neu eingestellt werden müssen, wenn einmal der Drehwinkel des ersten Armes gegenüber der den Grundpunkt des ersten Armes mit dem vorbestimmten Punkt verbindenden Geraden eingestellt ist. Daher kann der gesamte Vorgang von der Positionierung der Greifvorrichtung über dem Werkstück zur Überführung des Werkstückes zur vorbestimmten Stellung auf einfache Weise automatisiert werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung, insbesondere in Verbindung mit den zusätzlichen Ansprüchen.

Es zeigt

Fig. 1 einen vertikalen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Armanordnung,

Fig. 2 einen horizontalen Längsschnitt durch die Armanordnung gemäß Fig. 1 nach Linie A-A in Fig. 1,

Fig. 3 einen Vertikalschnitt durch den als Greifwerkzeug dienen- den Saugteller und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Arbeitsweise einer erfindungsgemäßen Armanordnung.

Wie zunächst die Fig. 1 und 2 veranschaulichen, ist an einem Lagerblock 1 eine Grundplatte 2 angebracht, auf der drei parallele Stützplatten 2a, 2b und 2c im rechten Winkel abstehtend gelagert sind. An den Außenflächen der beiden vertikalen Stützplatten 2a und 2b sind zwei koaxial zueinander liegende Dreh-

- 5 -  
2628734

zylinder 3 und 4 angeordnet.

Seitlich von der Grundplatte 2 erstreckt sich der erste Arm 5, der ein Paar von Seitenplatten 5a und 5b und eine Verbindungsplatte 5c von geringerer Länge als die beiden Seitenplatten 5a und 5b aufweist. Der erste Arm 5 ist daher im Schnitt H-förmig ausgebildet. Eine Antriebswelle 3a des ersten Drehzyinders 3, welche die Stützplatte 2a durchsetzt, ist mit der Seitenplatte 5a verbunden, während eine Antriebswelle 4a des zweiten Drehzylin- ders 4, welche die Stützplatte 2b und die Seitenplatte 5b durch- setzt, an ihrem Ende ein daran befestigtes Kettenrad 6 trägt.

An einem von der Grundplatte 2 entferntliegenden Endabschnitt der Stützplatte 2c ist ein Stift 7 befestigt, an dem ein Ende einer ersten Verbindungsstange 8 drehbeweglich angelenkt ist.

Der zweite Arm 9, der ein Paar von Seitenplatten 9a und 9b und eine Verbindungsplatte 9c aufweist, ist über ein Gelenk 10 mit dem anderen Ende des ersten Armes 5 verbunden, wobei die Außenoberflächen der Seitenplatten 9a und 9b des zweiten Armes 9 über einen Teil ihrer Erstreckung an den Innenoberflächen der Seitenplatten 5a und 5b des ersten Armes 5 anliegen. Ein weiteres Kettenrad 10 eines kleineren Durchmessers ist am Gelenkzapfen oder Gelenk 10 unmittelbar innerhalb der Seitenplatte 9b fest gelagert. Eine endlose Kette 12 erstreckt sich um die beiden Kettenräder 6 und 11.

Ein Paar einander paralleler Verbindungsplatten 13, die in geringem Abstand voneinander liegen, ist drehbeweglich an einem mittleren Abschnitt des Gelenkzapfens 10 gelagert. Ein Stift 14 durchsetzt horizontal die oberen Bereiche des Paares der Verbindungsplatten 13 und ist gelenkig mit dem anderen Ende der ersten Verbindungsstange 8 und einem Ende einer zweiten Verbindungsstange 15 verbunden, die zwischen den beiden Verbindungsplatten 13 angreifen. Der Längenabschnitt der ersten Ver-

709852/0531

-8-  
2628734

bindungsstange 8 zwischen dem Stift 7 und dem anderen Stift 14 ist gleich der Länge zwischen der Antriebswelle 4a und dem Schenkzapfen 10.

Ein Kopfabschnitt 16, der drei Seitenplatten 16a, 16b und 16d sowie eine horizontale Verbindungsplatte 16c aufweist, welche eine geringere Länge aufweist und an den oberen Rändern der drei Seitenplatten befestigt ist, ist schwenkbeweglich über einen Schenkzapfen 18 mit dem anderen Ende des zweiten Armes 9 verbunden. Ein Paar von Verbindungsplatten 19, die in geringem gegenseitigen Abstand zueinander parallel angeordnet sind, ist schwenkbeweglich in einem mittleren Abschnitt des Schenkzapfens 18 gelagert. Ein Stift 20 durchdringt den oberen Abschnitt der Verbindungsplatte 19 und ist mit dem anderen Ende der zweiten Verbindungsstange 15 und einem Ende einer Verbindungsplatte 17 schwenkbeweglich zwischen dem Paar von Verbindungsplatten 19 verbunden, wobei das andere Ende der Verbindungsplatte 17 an der Verbindungsplatte 16c des Kopfteiles 16 befestigt ist. Erfindungsgemäß ist der Abstand zwischen den beiden Stiften 14 und 20 gleich dem Abstand zwischen den beiden Schenkzapfen 10 und 18.

Seitlich vom Kopfteil 16 aus erstreckt sich in einer Richtung weg vom zweiten Arm 9 eine Haltestange 21' zur Befestigung eines Saugtellers 21, dessen Boden, wie auch in Fig. 3 veranschaulicht ist, nach oben weist. Im Mittelpunkt der einen Seite des Saugtellers 21 ist eine sich nach oben erstreckende Saugbohrung 22 angebracht, welche in einen Hohlraum mündet, der eine Bohrung 23 geringeren Durchmessers zum Einlaß von Druckluft und eine Bohrung 24 größeren Durchmessers zum Auslaß von Luft aufweist. Eine weitere unabhängige Bohrung 25 ist unmittelbar unterhalb der Bohrung 23 geringeren Durchmessers angebracht und dient zur Einführung von Druckluft in den Saugraum des Saugtellers 21. Die Bohrung 23 geringeren Durchmessers und die Einlaßbohrung 25 sind jeweils in nicht näher dargestellter

709852/0531

-19-

2628734

Weise mit geeigneten Druckluftquellen verbunden.

In Fig. 4 ist ein Beispiel für die Betriebsweise der Armanordnung veranschaulicht, wobei das Zähneverhältnis zwischen den beiden Kettenrädern 6 und 11 2:1 beträgt.

Wenn zunächst angenommen wird, daß die Armanordnung in der in ausgezogenen Linien gemäß Fig. 1 dargestellten Stellung ist, so wird durch die Betätigung des ersten Drehzylinders 3 der erste Arm 5, der an der Antriebswelle 3a befestigt ist, im Gegenuhrzeigersinn gedreht. Da die Drehung des ersten Kettenrades 6 durch den zweiten Drehzylinder 4 unterbunden ist, muß das zweite Kettenrad 11 unter dem Antrieb der endlosen Kette 12 im Uhrzeigersinn drehen. Daher dreht auch der zweite, am Drehzapfen 10 angelenkte Arm 9 im Uhrzeigersinn um den Drehzapfen 10 und wird der Kopfteil 16 mit dem Saugteller 21 durch die beiden Verbindungsstangen 8 und 15, die beiden Paare von Verbindungsplatten 13 und die weitere Verbindungsplatte 17, welche ein Parallelogrammgestänge bilden, stets auf gleicher horizontaler Höhenlage gehalten.

Bei der Betätigung des zweiten Drehzylinders 4 wird dessen Antriebskraft über das erste Kettenrad 6, die endlose Kette 12, das zweite Kettenrad 11 und den Drehzapfen 10 auf den zweiten Arm 9 übertragen.

Daher kann der Saugteller 21 mit oben liegendem Bodenteil durch geeignete Betätigung der beiden Drehzylinder 3 und 4 an jede gewünschte Position gebracht werden.

Wenn beispielsweise ein Werkstück am Punkt A gemäß Fig. 4 vorgesehen ist und zum Punkt D transportiert werden soll, so werden zunächst die beiden Drehzylinder 3 und 4 derart betätigt, daß der Saugteller 21 unmittelbar oberhalb der Werkstückoberfläche zu liegen kommt, wonach Druckluft in den Hohlraum des

709852/0531

-/-  
10

2628734

Saugtellers 21 durch die Bohrung 23 hindurch eingeführt wird, um den (statischen) Druckabfall am Saugteller 21 zu bewirken, so daß das Werkstück ergriffen wird. Danach wird lediglich der zweite Drehzylinder 4 betätigt, so daß der zweite Arm 9 im Uhrzeigersinn bis zum Punkt B auf der Geraden zwischen einem geringfügig oberhalb dem vorgesehenen Punkt D liegenden Punkt C und einem Hauptpunkt E des ersten Armes 5 gedreht wird. Danach wird der erste Drehzylinder 3 betätigt, um sowohl den ersten Arm 5 als auch den zweiten Arm 9 zu drehen. Wenn in der erläuterten Weise das Zähneverhältnis der Kettenräder 6 und 11 2:1 beträgt und die weiter oben erläuterten gleichen Längenabschnitte vorliegen, so ist der Bewegungsweg des Saugtellers 21, also der geometrische Ort der Bewegung, eine Gerade zwischen den beiden Punkten C und E, wobei E den Haupt- oder Drehpunkt des ersten Armes 5 darstellt.

Danach wird der zweite Drehzylinder erneut betätigt, um das Werkstück direkt an den Punkt D zu bringen, wo es vom Saugteller durch kurzzeitige Beendigung der Druckluftzufuhr zum Saugteller 21 durch die Bohrung 25 hindurch freigegeben wird.

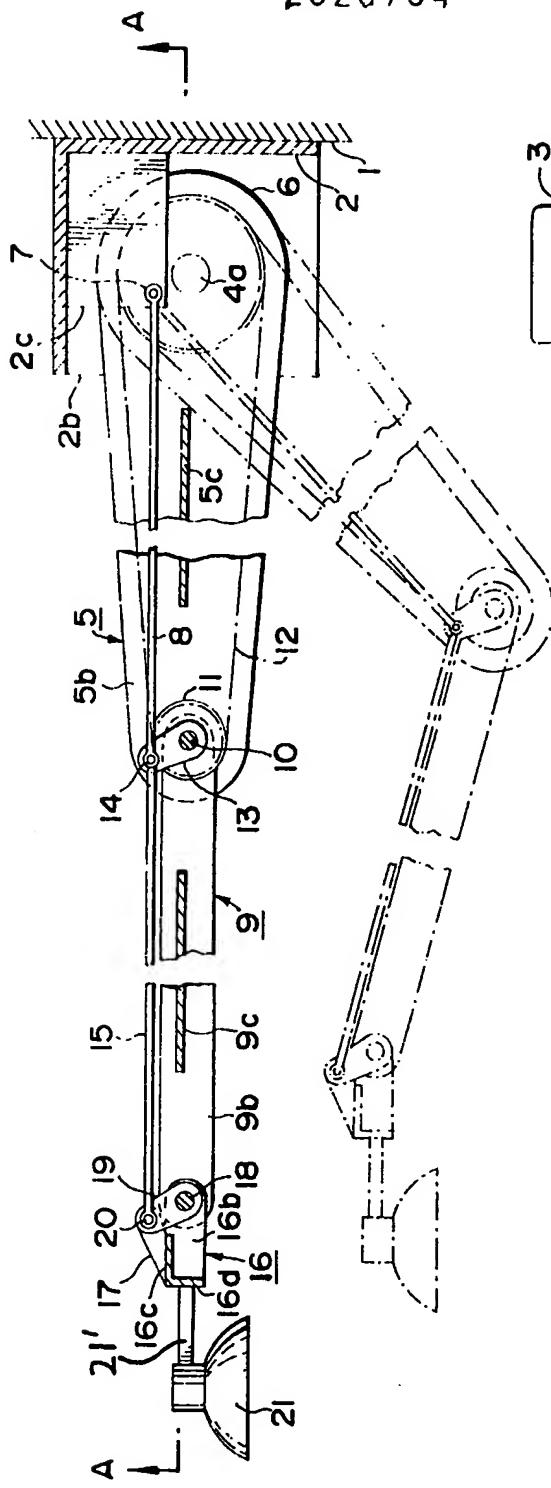
Durch Umkehr der obigen Arbeitsschritte kann das Werkstück vom Punkt D zum Punkt A transportiert werden. Darüberhinaus ist es selbstverständlich möglich, die beiden Drehzylinder gleichzeitig oder aufeinanderfolgend zu betätigen.

Wie die vorstehende Beschreibung zeigt, ist die Erfindung nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern sind vielmehr vielfache Abwandlungen und Abänderungen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So kann beispielsweise anstelle von Druckluft ein Motor zur Betätigung der Drehzylinder eingesetzt werden. Ein magnetisches Spannfutter kann zur Aufnahme des Werkstückes verwendet werden.

709852/0531

<sup>11</sup>  
Leerseite

—  
G.  
—  
F.



2628734

13

**Nummer:** 26 28 734  
**Int. Cl.²:** B 25 J 3/02  
**Anmeldetag:** 25. Juni 1976  
**Offenlegungstag:** 29. Dezember 1977

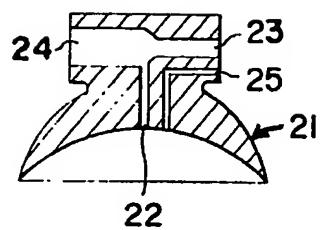
2  
G  
—  
4

709852/0531

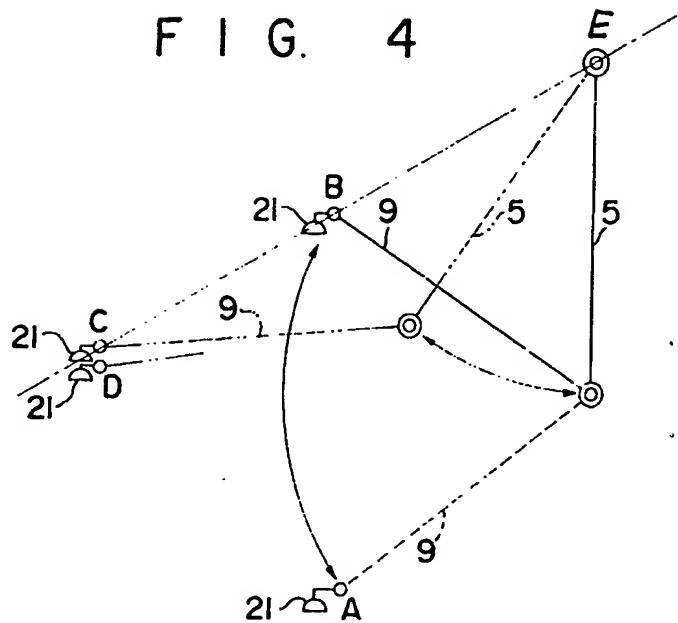
12

2628734

F I G. 3



F I G. 4



709852/0531